



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 29 230 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 06 T 7/40**  
A 61 B 5/055  
A 61 B 6/00  
A 61 B 9/00

⑳ Aktenzeichen: 198 29 230.9  
㉔ Anmeldetag: 30. 6. 1998  
㉕ Offenlegungstag: 23. 3. 2000

DE 198 29 230 A 1

㉑ Anmelder:  
BrainLAB Med. Computersysteme GmbH, 85551  
Kirchheim, DE  
  
㉒ Vertreter:  
Schwabe, Sandmair, Marx, 81677 München

㉓ Erfinder:  
Vilsmeier, Stefan, 85586 Poing, DE; Birkenbach,  
Rainer, 85622 Feldkirchen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ⑤4 Verfahren zur Erfassung der exakten Kontur, insbesondere Außenkontur von Behandlungszielen
- ⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung der Kontur, insbesondere der Außenkontur von Behandlungszielen mit den folgenden Schritten:
- Erstellung eines ebenen Schnittbildes durch das Behandlungsgebiet im Bereich des Behandlungsziels, wobei die Schnittlebene im wesentlichen senkrecht zu einer Symmetrieebene des Behandlungszielgebietes liegt;
  - Zuordnung der durch die Symmetrieebene getrennten Bildhälften, insbesondere durch Spiegelung an der Symmetrieebene; und
  - Ermittlung der Bildinhaltsdifferenz zwischen den zugeordneten Bildhälften und Verarbeitung der erhaltenen Informationen zur Bestimmung der Lage der Kontur, insbesondere der Außenkonturpunkte des Behandlungsziels in der Schnittlebene.

DE 198 29 230 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung der exakten Kontur, insbesondere Außenkontur von Behandlungszielen. Bei der Behandlung krankhafter Gewebeveränderungen werden invasive bzw. nicht-invasive (Bestrahlungstherapie) Methoden verwendet. Es ist hierbei grundsätzlich wünschenswert, die exakten Außenkonturen der Gewebeveränderungen zu kennen, um bei der Behandlung um die Läsion herum befindliches gesundes Gewebe möglichst zu schonen. Besonders wichtig ist die exakte Abgrenzung zwischen gesundem und erkranktem Gewebe bei Behandlungen im Gehirn, ob sie nun invasiv oder nicht-invasiv durchgeführt werden.

In jüngerer Zeit werden viele Behandlungen mit Computerunterstützung durchgeführt. Hierbei werden Positionsinformationen über Behandlungsziele beispielsweise mittels einer Computer- oder Kernspintomographie und einer Referenzierungseinrichtung ermittelt, als Schnittbilder für verschiedene Erfassungsebenen gespeichert, und die so erhaltenen Informationen werden dem behandelnden Arzt über eine Computeranlage und einen Bildschirm zugänglich gemacht.

Gemäß dem bisher verwendeten Verfahren markiert der Arzt bei der Operationsvorbereitung mit Hilfe eines Bildschirmcursors die zu behandelnde Läsion bzw. deren Umrisse in jeder Schnittebene bei der Behandlungsvorbereitung. Die Markierung erfolgt manuell für die jeweiligen aufeinanderfolgenden Schnittebenen, und zwar jeweils in senkrecht aufeinander stehenden Raumrichtungen, so daß aus der Gesamtinformation die dreidimensionale Gestalt der Läsion errechnet werden kann. Mit dieser Information über die Gestalt und Lage der Läsion kann dann eine computerunterstützte Behandlung vorgenommen werden, wobei insbesondere die Außenkontur, also die Abgrenzung zum gesunden Gewebe von Wichtigkeit ist.

Der Hauptnachteil dieser herkömmlichen Konturbestimmungsmethode liegt in der relativen Ungenauigkeit, die nicht nur der manuellen Markierung selbst, sondern auch anderen unvermeidlichen Faktoren zuzuschreiben ist.

So sind einerseits in den am Computer darstellbaren Bildern die Übergänge zwischen gesundem und erkranktem Gewebe oft recht undeutlich oder verschwommen und damit mit bloßem Auge kaum zu erkennen. Andererseits kann sich in der Umgebung des erkrankten Gewebes gerade eine gesunde Struktur befinden, die im Computerbild denselben Farb- oder Grauwert liefert, wie das erkrankte Gewebe. Insbesondere im letzten Fall ist die Abgrenzung mit bloßem Auge sehr schwierig bis unmöglich, und es besteht die Gefahr, daß durch mangelhafte Markierung gesundes Gewebe bei der Behandlung, die auf den Markierungsdaten basiert, beeinträchtigt wird. Insbesondere im Gehirn sind an vielen Orten ganz natürliche Dichteveränderungen vorhanden, die die Erfassung der Außenkontur von Läsionen, so wie sie oben beschrieben wurde, beeinträchtigen bzw. unmöglich machen können.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Erfassung der Kontur, insbesondere einer Außenkontur von Behandlungszielen bereitzustellen, das die oben genannten Nachteile des Standes der Technik überwindet. Insbesondere soll eine exakte Kontur-, insbesondere Außenkontur-Erfassung von Behandlungszielen ermöglicht werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Erfassung der Kontur, insbesondere der Außenkontur von Behandlungszielen mit den folgenden Schritten gelöst:

- Erstellung eines ebenen Schnittbildes durch das Behandlungsgebiet im Bereich des Behandlungsziels, wobei die Schnittlebene im wesentlichen senkrecht zu einer Symmetrieebene des Behandlungszielgebietes liegt;
- Zuordnung der durch die Symmetrieebene getrennten Bildhälften, insbesondere durch Spiegelung an der Symmetrieebene; und
- Ermittlung der Bildinhaltsdifferenz zwischen den zugeordneten Bildhälften und Verarbeitung der erhaltenen Informationen zur Bestimmung der Lage der Kontur-, insbesondere Außenkontur des Behandlungsziels in der Schnittlebene.

Mit anderen Worten wird das Ungenauigkeitsproblem bei symmetrischen Behandlungszielgebieten, wie sie beispielsweise im menschlichen Körper des öfteren vorhanden sind, dadurch gelöst, daß die Informationen aus dem symmetrisch gelegenen, gesunden Pendant zum erkrankten Behandlungszielgebiet in die Konturerfassung miteinbezogen werden. Wenn beispielsweise eine gesunde Dichteveränderung (Knochen, dichteres Gewebe) in der Nähe einer Läsion denselben Grau- oder Farbwert im Computerbild abgibt und damit eine exakte Konturerfassung ermöglicht wird, kann mit Hilfe des Bildes der gesunden zugeordneten Struktur die Außenkontur einer solchen nicht erkrankten Gewebestruktur exakt erfaßt werden. Wenn das "gesunde Bild" also dem "kranken Bild" zugeordnet wird, beispielsweise durch Überlagerung oder Spiegelung an der Symmetrieebene, ist es damit erfindungsgemäß vorteilhafterweise möglich, trotz der ungenauen Konturinformationen aus dem "kranken Bild" eine genaue Abgrenzung zwischen gesundem und erkranktem Gewebe zu erhalten, weil sich einfach feststellen läßt, daß dort, wo das gesunde Gewebe nicht mehr vorliegt, das kranke Gewebe beginnen muß.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird somit eine Konturerfassung für Behandlungsziele in solchen schwierigen Bereichen zunächst einmal überhaupt ermöglicht und kann darüberhinaus noch sehr exakt durchgeführt werden.

Die benötigten Schnittbilder können in drei Ebenen mittels eines bildgebenden Verfahrens, insbesondere einer Computertomographie (CT) bzw. einer Kernspintomographie (MRI) oder eines PET- bzw. SPECT-Verfahrens erstellt werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfolgt die Zuordnung der Bildhälften computergestützt mittels gespeicherter Schnittbilddaten.

Es besteht die Möglichkeit, die Bildinhaltsdifferenz über die Differenzbildung örtlich zugeordneter Farb- bzw. Grauwerte in den verschiedenen Bildhälften zu ermitteln. Das Gewebe wird also dadurch segmentiert, daß durch eine Subtraktion der Farb- bzw. Grauwerte, d. h. vorzugsweise eine digitale computerunterstützte Subtraktion, das gesunde Gewebe aus dem Bild "ausgefiltert" wird.

Wie schon zuvor angedeutet, können die Ortsdaten der Kontur, insbesondere der Außenkontur, gespeichert und nach einer Erfassung in mehreren Schnittlebenebenen zur Bestimmung der gesamten Kontur, insbesondere der Außenkontur des Behandlungsziels verwendet werden. Nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens für abfolgende Schnittbilder in drei Raumrichtungen liegt demnach die exakte Außenkontur des Behandlungsziels vor und kann dreidimensional oder in drei Schnittebenen am Computer dargestellt und zur Behandlungsunterstützung verwendet werden.

Hier ist noch anzumerken, daß mittels der erfindungsgemäßen Konturerfassung, wenn sie computerunterstützt durchgeführt wird, eine sehr viel schnellere Operationsvor-

bereitung ermöglicht wird, als bei herkömmlichen manuellen Konturerfassungen.

Insbesondere bietet sich das erfindungsgemäße Verfahren bei der Behandlungsvorbereitung für invasive oder nicht-invasive Behandlungen im Gehirn an. Das Gehirn hat in vielen Bereichen eine ausreichende symmetrische Struktur, die durch die sogenannte Hirn-Mittellinie (Hirn-Mittelebene) geteilt ist. Auch sind im Hirnbereich des öfteren die vorgenannten Schwierigkeiten bei der manuellen bzw. visuellen Konturerfassung gemäß dem Stand der Technik zu erwarten, da hier häufig natürliche Dichteveränderungen vorliegen. Bei einem auf die Behandlung des Gehirns ausgerichteten erfindungsgemäßen Verfahren wird deshalb die Hirnmittellinie zur Zuordnung der durch die Symmetrieachse getrennten Bildhälften, insbesondere als Spiegelungsachse verwendet.

Die Zuordnung kann computergestützt auch noch durch die genaue Überlagerung natürlicher Landmarken, beispielsweise Knochenenden oder eindeutig identifizierbarer Gewebekonturen exakter gestaltet werden. Insgesamt stellt die vorliegende Erfindung somit eine schnelle, exakte und in Problembereichen erstmals mögliche Konturerfassung für Behandlungsziele zur Verfügung.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung der Kontur, insbesondere der Außenkontur von Behandlungszielen mit den folgenden Schritten:
  - Erstellung eines ebenen Schnittbildes durch das Behandlungsgebiet im Bereich des Behandlungsziels, wobei die Schnittbildebene im wesentlichen senkrecht zu einer Symmetrieebene des Behandlungszielgebietes liegt;
  - Zuordnung der durch die Symmetrieebene getrennten Bildhälften, insbesondere durch Spiegelung an der Symmetrieebene; und
  - Ermittlung der Bildinhaltsdifferenz zwischen den zugeordneten Bildhälften und Verarbeitung der erhaltenen Informationen zur Bestimmung der Lage der Kontur-, insbesondere Außenkonturpunkte des Behandlungsziels in der Schnittbildebene.
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das Schnittbild mittels eines bildgebenden Verfahrens, insbesondere eines CT-, MRI-, PET- oder SPECT-Verfahrens erstellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuordnung der Bildhälften computergestützt mittels gespeicherter Schnittbilddaten erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Bildinhaltsdifferenz über die Differenzbildung örtlich zugeordneter Farb- bzw. Grauwerte in den verschiedenen Bildhälften erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ortsdaten der Kontur, insbesondere der Außenkontur gespeichert und nach einer Erfassung in mehreren Schnittbildebene zur Bestimmung der gesamten Kontur, insbesondere der Außenkontur des Behandlungszieles verwendet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Behandlungsziel im Gehirn die Hirnmittellinie zur Zuordnung der durch die Symmetrieebene getrennten Bildhälften, insbesondere als Spiegelungsachse verwendet wird.

- Leerseite -